

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-284836

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 5 K 3/46

識別記号

F I

H 0 5 K 3/46

H

Q

S

X

Q

H 0 1 L 23/12

H 0 1 L 23/12

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-89069

(22) 出願日 平成9年(1997)4月8日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 石原 昌作

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式

会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 志儀 英孝

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式

会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 田上 文一

神奈川県秦野市堀山下1番地株式会社日立

製作所汎用コンピュータ事業部内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

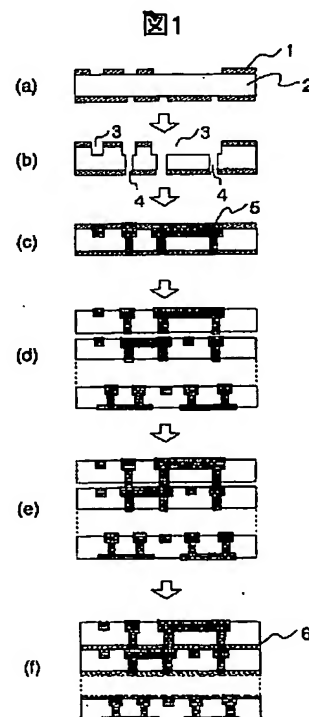
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 セラミック一括積層配線基板及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 低配線抵抗で高密度配線が可能でかつ高寸法精度で薄膜を搭載するのに適した焼結収縮の小さいガラス一括積層セラミック配線基板を提供する。

【解決手段】 ガラスまたは焼結セラミック薄板にサンドブラストで貫通孔と配線用凹溝を加工して導体材料を充填し、これらを積み重ねて加熱し貫通孔を電氣的接続することによって積層配線基板を作製する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の配線層からなる配線基板において、各層となるガラス薄板または焼結セラミック薄板の凹部および貫通孔に導体材料を充填した後積み重ねて加熱し導体材料の電氣的接続をとることを特徴とするセラミック一括積層配線基板。

【請求項2】複数の配線層からなる配線基板において、各層となるガラス薄板または焼結セラミック薄板の凹部および貫通孔に導体材料を充填した後積み重ねて加熱し導体材料の電氣的接続と各薄板間の接着をとることを特徴とするセラミック一括積層配線基板。

【請求項3】請求項1または2において、積み重ねる薄板が1種類あるいは2種類以上の異なる材質、厚さのガラス板または焼結セラミック板であること、各薄板の凹部および貫通孔に充填される配線用導体材料がAg, Au, Cu, Pt, Pd, Ni, Al, Pb, Sn, Cr, Tiの金属のうち少なくとも1種類を含むことを特徴とするセラミック一括積層配線基板。

【請求項4】請求項1または2において、積層前の各薄板またはセラミック一括積層配線基板の表裏面に薄膜プロセスで誘電体、抵抗体、インダクタンス等が形成されていることを特徴とするセラミック一括積層配線基板。

【請求項5】請求項2において、導体材料の電氣的接続をとった後に各薄板間にアルコキシド、水ガラスあるいは有機系接着材を浸入させて各薄板層間を接着することを特徴とするセラミック一括積層配線基板。

【請求項6】請求項1または2において、ガラス薄板を積層した一括積層配線基板内で光信号を伝送することを特徴とするセラミック部分が透明なセラミック一括積層配線基板。

【請求項7】配線用導体材料を充填するための薄板の凹部および貫通孔をサンドブラストで加工し、凹部および貫通孔への配線用導体材料の充填をサンドブラスト時のレジストフィルムをマスクとしておこなうことを特徴とするセラミック一括積層配線基板の製造方法。

【請求項8】請求項7において、貫通孔を両面から異なった径で加工し表裏面となる薄板の少なくとも一方の薄板において貫通孔の径の小さい側が基板表裏面となっていることを特徴とするセラミック一括積層配線基板の製造方法。

【請求項9】請求項7において、裏面となる薄板の貫通孔に入出力ピンを挿入することを特徴とするセラミック一括積層配線基板及びその製造方法。

【請求項10】請求項7において、裏面となる薄板の貫通孔に入出力ピンを挿入することを特徴とするセラミック一括積層配線基板の製造方法。

【請求項11】請求項1、2または6におけるセラミック一括積層配線基板が半導体素子または半導体素子を封止したチップキャリア、冷却用フィン及び水冷ジャケット等の冷却部品をろう材等で接続していることを特徴と

する電子回路装置。

【請求項12】請求項11における電子回路装置をコネクタを介して複数個多層プリント基板に搭載することで命令プロセッサを構成し、この命令プロセッサを単独もしくは複数個使用することを特徴とする大型電子計算機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、セラミック配線基板に係り、特に高密度配線と同時に低抵抗配線で高寸法精度なセラミック配線基板、その基板を用いた電子回路装置及びその製造方法を提供することにある。

## 【0002】

【従来の技術】セラミック配線基板は、小型化が可能で信頼性が高いという理由で、半導体チップや小型電子部品搭載用の基板として用いられ、電子計算機、通信機器、家電品等に組み込まれている。

【0003】セラミック配線基板のなかでも、グリーンシートを用いる湿式セラミック配線基板が高密度配線に有利であるためによく用いられる。この湿式セラミック配線基板の製造方法は以下のものである。まず、セラミック原料粉末を有機樹脂で結合したセラミック生シート（以下、グリーンシート）を作製し、続いてグリーンシートに貫通孔を加工した後、導体ペーストを用いてスクリーン印刷法で配線パターンを形成するとともに、各シートの配線パターンを接続する貫通孔にも導体ペーストを充填する。次に、このように配線パターンを形成したグリーンシートを所定枚数積み重ね積層圧着した後、焼成することによってセラミック配線基板が作製される。

【0004】これらのなかでも、半導体素子を搭載し信号伝送速度を必要とする場合には、特開平2-49550号や、特開平1-50120号にあるように、電気抵抗が低い銅を導体材料として誘電率の低いガラスセラミックと組み合わせたガラス／銅配線基板が使用される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながらこれら従来技術では、配線密度、低抵抗配線及び寸法精度に限界があった。それは、以下のような理由による。配線密度の目安として、グリーンシートに貫通孔を明ける際のスルーホールピッチがあるが、このピッチの限界は明けた貫通孔の位置精度で決まる。この位置精度は貫通孔加工時のグリーンシートへの累積歪量で決まるため、スルーホールピッチを小さくすると単位面積当たりの貫通孔数が増えるので累積歪量が増加し位置精度が低下する。位置精度が低下すると、積層する層間の導通が問題となるためスルーホールピッチを小さくすることが困難である。また、配線抵抗も、スルーホールピッチを小さくすることでスルーホール間に印刷する配線も幅が狭くなるため、配線抵抗が大きくなる。従って、低抵抗配線とするためには、高アスペクト比の微細配線を形成する必要

があるが、従来のスクリーン印刷では高アスペクト比の配線印刷はほとんど不可能である。また、焼結した基板の寸法精度についても従来の焼結技術では、セラミック粉末原料の粒径や組成ばらつき、グリーンシート密度ばらつき、セラミック材料と導体との焼結収縮カーブのミスマッチ及び導体のパターン密度、積層圧着工程での積層体密度ばらつき、焼成工程での雰囲気及び温度ばらつき等原材料やプロセスに起因する焼結収縮率ばらつきが必ず発生するため、寸法精度を大幅に向上するには従来とは異なる新しいプロセスを取り入れる必要がある。

【0006】本発明の目的は、上述したような問題がなく、高密度配線および低抵抗配線が可能でかつ高寸法精度な多層配線基板、その基板を用いた電子回路装置及びその製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的は、従来技術のセラック多層配線基板の、グリーンシートに相当する絶縁体を耐熱性薄板例えばガラス薄板及び焼結セラミック薄板で、またグリーンシート表面への配線パターン形成を薄板表面に加工した貫通孔と凹部に行い、これら配線パターンを形成した薄板を積み重ね上下の貫通孔の導通をとることで達成される。

【0008】すなわち、グリーンシートのかわりにガラス薄板及び焼結セラミックス薄板等を用いることによって焼成時の寸法変化が無い場合貫通孔の寸法精度及び位置精度は加工時の精度となり、十分な加工精度を確保すれば貫通孔の導通は容易にできる。また薄板表面に加工した凹部に配線パターンを形成することで断面のアスペクト比の大きな配線を形成でき低抵抗配線が得られる。さらにこの配線用凹部の加工を貫通孔と同時に行うことで貫通孔に対して高位置精度にできるので低抵抗配線かつ高密度配線ができる。また凹部に形成する配線導体を薄板表面から突出しないようにすることで積み重ねた際の貫通孔の電氣的接続が容易となる。ここで、薄板としては上下の貫通孔に充填された導体材料の電氣的接続とる際あるいは薄板の接着をとる際の加熱温度に耐える絶縁性の材料で、LSIチップ等の電子部品を搭載できる熱膨張係数の材料であることが好ましい。このような薄板としては、アルミナ、ムライト、コーズライト、マグネシア、ジルコニア、スピネル、ステアタイト等の酸化物や、窒化アルミ、窒化ケイ素等の窒化物、炭化ケイ素等の炭化物などのセラミック焼結体の板、ソーダ石灰ガラス、ホウケイ酸ガラス、鉛ガラス、石英ガラス、アルカリ酸化物が0.1%以下の無アルカリガラス、低アルカリガラス、パイレックスガラス、結晶化ガラスなどのガラス板などがある。なお、薄板を配線の絶縁体だけでなく、誘電体として用いたい場合には酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸ストロンチウム、チタン酸マグネシウム、チタン酸カルシウム等の薄板を一部の層または全層に使用すれば良い。なお、誘電体用薄板を一

部の層に使用する際には配線基板を作製したときの残留応力が小さくなるよう熱膨張率差を考慮して組み合わせる絶縁体薄板を選ぶ必要がある。また、ガラス薄板を用いて配線基板に透光性をもたせれば光信号を伝送することも可能である。

【0009】次に、薄板への貫通孔および凹部の加工について述べる。加工は、通常のサンドブラスト、エッチング、EB（電子ビーム）、レーザでおこなえばよい。サンドブラスト、エッチング法ではレジストパターンをフォトリソで形成することによってEB、レーザと同様に貫通孔および凹部の位置と形状を高精度に加工することができる。

【0010】貫通孔および凹部への導体材料の充填は、従来技術のグリーンシートと同様にスクリーン印刷法やCu、Ni及びはんだめっき等で行うことができる。ここで、サンドブラスト加工の場合には貫通孔および凹部を加工する際のレジスト膜をスクリーンとして使用し導体ペーストを充填した後レジスト膜を剥離すれば印刷用スクリーン無しで導体充填ができる。ここで、レジストの剥離を湿式プロセスとする必要がある場合でも、導体ペーストをUV硬化型、光硬化型および熱硬化型とすれば充填した導体ペーストを容易に薄板に固着できるので湿式プロセスでレジスト剥離が可能となり、印刷用スクリーン無しで導体充填ができる。なお、薄板の貫通孔部の導体の電氣的接続をとるためには、貫通孔への導体充填は薄板の表裏面のうち少なくとも一方の面で、充填された導体材料が薄板面より突出していることが好ましい。導体材料としては、Au、Ag、Cu、Pt、Pd、Ni、Cr、Pb、Sn、Al、Ti等の金属粉末が好ましく、また焼結収縮率調節や薄板への接着などに応じ必要な配線抵抗が得られる範囲内でセラミック微粉末やガラス微粉末等のフラックス成分を添加してもよい。

【0011】続いて、薄板の貫通孔部の導体の電氣的接続をとる方法について述べる。上記貫通孔および凹部へ導体材料を充填した薄板を積み重ねて加熱することによって、貫通孔の導体材料中の金属粉末が焼結または熔融することによって上下の貫通孔の電氣的接続ができる。これと同時に、薄板凹部の導体材料も電氣的に接続される。なお、貫通孔に充填する導体材料は積み重ねる全薄板で同一としてもまた各々の薄板で異なる導体材料としても、加熱によって焼結あるいは合金化して電氣的接続がとれれば導体材料の種類は特に制限を受けない。同様に各々の薄板の凹部の導体材料についても加熱によって電氣的接続がとれれば導体材料の種類は特に制限を受けない。さらに、電氣的接続をとる際の雰囲気としては、一般的なセラミック配線基板と同様に使用する導体材料の種類によって接続面の導体材料が酸化されない雰囲気、たとえばCu導体の場合には窒素あるいは窒素＋水素の非酸化性雰囲気、またAu、Ag/Pd、Ag

／Pt系導体材料であれば大気中で良い。なお電氣的接続をとる際に、導体材料をペースト状態で充填しペースト中のエチルセルロース等有機バインダを除去する必要がある場合には、導体材料の種類に応じて大気中、あるいは窒素＋水蒸気雰囲気中で加熱して有機バインダを除去する工程を取り入れても良い。また、貫通孔部を薄板から突出させる、あるいは貫通孔部に接続用の導体パッドを形成し薄板から突出させることにより電氣的接続はよりとりやすくなる。突出させる導体パッド大きさとしては、薄板を積み重ねて電氣的接続をとる際にショート不良が発生しないよう貫通孔の径より大きくならないようにした方が良い。この導体パッドの形成は貫通孔部への導体材料の充填及びめっき後でも脱バインダ後でもよく、貫通孔内部の導体材料と異なる導体材料でもよい。さらに、この電氣的接続を十分行う、薄板間の隙間を小さくする、あるいは気密性や強度を確保するために薄板間の接着を行うなど必要に応じて加圧してもよい。特に、薄板間の接着をとる際に真空中で加圧すると気泡を巻き込まず十分な接着ができる。

【0012】ここで、強度を確保するあるいは配線導体を保護する等で薄板間を接着する必要がある場合には、低軟化点のガラス薄板か接着材料を使用すればよい。低軟化点のガラス板では導体材料の融点以下でかつガラスの軟化点以上の温度に加熱しながら加圧することによってガラス薄板を互いに接着させることができる。一方、薄板がセラミック焼結体、高軟化点ガラス、結晶化ガラスの場合には、薄板間が互いに接着する温度は、セラミック焼結体ではその焼結温度が、高軟化点ガラスまたは結晶化ガラスでもかなりの高温が必要となるために、接着に必要となる温度より高い融点の導体材料のみが使用可能となり導体材料選択範囲が狭くなる。そこで、接着するための低軟化点ガラス薄板を、高軟化点ガラス、結晶化ガラスおよびセラミック焼結等の薄板と交互に積み重ね加熱しながら加圧することで接着を行ってもよい。また、薄板間を接着する別の方法として薄板の隙間に接着材料を注入して接着してもよい。このような接着材料としては、エポキシ等有機系の接着剤や金属アルコキシド、水ガラスなど無機系の接着剤がある。このような金属アルコキシドとしては一般式 $M(OR)^1$ で表され、Mは金属原子で、例えばSi、Al、Ti、Zr、Bが挙げられる。また、R1は有機基を表し端素数1～5が望ましい。金属アルコキシドおよびその加水分解生成物は加熱によって金属酸化物の $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $TiO_2$ 、 $ZrO_2$ 、 $B_2O_3$ に変化する。具体的には、テトラ(n-ブチル)シリケート： $Si(OC_4H_9)_4$ 、トリ(sec-ブトキシ)アルミニウム： $Al(OC_4H_9)_3$ 、テトラ(n-プロピル)チタネート： $Ti(OC_3H_7)_4$ 、テトラ(n-ブチル)ジルコネート： $Zr(OC_4H_9)_4$ 、トリメチルボレート： $B(OC_2H_5)_3$ などがある。また金属アルコキシドは、ほとんどの金属

について作ることができ、常温で液体である。そこで、これらの金属アルコキシドを複数種類混合して加水分解することにより、所望の組成を有するガラスまたはセラミックの原料ゲルの調整ができる。また、水ガラスは、 $R^2_2O \cdot nSiO_2$ で表されるアルカリケイ酸塩の濃厚水溶液(水の量：70～90重量%)である。ここで、 $R^2$ はNa、K、Li、Rbのうち少なくとも一つであり、特にKが好ましい。また、nは4～6であり、nが4より大きいと生成されるガラスの重合度が不足し吸湿しやすく、nが6より大きいと加水分解速度が遅い。金属アルコキシド、水ガラスは乾燥で水やアルコールを除去後約200～400℃でガラス化し薄板を接着する。

【0013】さらに、一般のセラミック配線基板と同様に裏面に入出力ピンを接続する場合には、最下層となる薄板に表裏面から入出力ピンのヘッドと軸に対応するよう径の異なる貫通孔を加工し、径の小さい側を裏面となるようにして加工した貫通孔部分に工程中の熱に耐える材質の入出力ピンを挿入して積み重ねて一体化してもよい。このとき、必要な強度を得るために薄板の厚さを厚くしても良い。また、最上層となる薄板も同様に径の異なる貫通孔を加工し導体材料を充填し、径の小さい側を表面となるようにすることによって半導体素子や種々の部品をはんだで接続したときに貫通孔部分の導体接着強度が得られる。同様に、表裏面以外の内層にくる薄板に薄板表裏面で径の異なる貫通孔を加工することによって導体が貫通孔部分に十分に保持されると同時に熱衝撃に対する電氣的接続信頼性が向上する。

【0014】以上は、貫通孔および凹部への配線形成が導体ペーストを用いた場合について述べたが、この導体ペーストの充填以外に配線形成する方法としては、電気あるいは無電解によるCuメッキ、Niメッキ、Auメッキ等がある。さらに、薄板表面へのパターン形成として一般的な薄膜プロセスがあり、薄膜プロセスによって形成されるパターンの例としては、信号配線以外に誘電体、抵抗体、インダクタンスおよび光伝送用の反射膜、導波路などがある。当然、この薄膜プロセスで形成するパターンは、電氣的接続および薄板接着等スループロセスでの各温度に耐える材料で構成すれば、一枚の薄板内で導体ペースト、メッキおよび薄膜の各パターンが共存してもよい。さらに、薄膜パターンは厚さが薄いので薄板表面に形成してもよい。

【0015】また、貫通孔の電氣的接続について、上述した貫通孔および凹部へ導体材料を充填した薄板を積み重ねて加熱によって導体金属の焼結または熔融で電氣的接続をとる方法以外に、各薄板の貫通孔及び凹部配線パターンの導体材料の焼結を終えてから、各薄板の表裏に露出する貫通孔の少なくとも一方の面に、印刷、ボール付け、ディップ等によってはんだやろう材の接続パッドを付け、このはんだやろう材で積み重ねた薄板の貫通孔部の電氣的接続をすることによって積層配線基板を作製

しても良い。さらに、各薄板の貫通孔及び凹部配線パターンの導体材料の焼結を終えた後必要に応じて接続パッドを形成してから、異方性導電シートを各薄板の間にはさみ、所定の温度及び圧力を加えることによって電気的接続をとることによって積層配線基板を作製しても良い。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

(実施例1) 熱膨張係数が約 $5 \times 10^{-6}$ 、軟化点が約900℃の無アルカリガラス薄板とAg/Pd系導体材料でガラス一括積層配線基板を作製する場合の1例について説明する。

【0017】厚さ0.1mm、大きさ150mm角の無アルカリガラスの裏面に相当する面にドライフィルムを約80℃でロール圧着した後約80℃で約5分間加熱してから保護フィルムを剥がし、所定パターンのポジ(ネガ)フィルムをセットして3kW(8kW)の超高压水銀灯を用いて、露光量が200~250mJ/cm<sup>2</sup>となるように調節して露光した。続いて、0.2~0.5%の炭酸ナトリウム水溶液を用いて、現像温度:25℃、圧力:1.2kg/cm<sup>2</sup>、時間:100秒の条件でスプレー現像を行った。現像後、約0.1%の希酸で中和し、水洗、乾燥して、厚さ50μmの所定パターンのレジスト膜を形成した。次に、#1000のSiC砥粒を用いてレジスト膜側をサンドブラスト加工して、ピッチが0.2mm、径が60μm、深さが70μmの穴を加工した。次にレジスト膜を引き剥がした。続いて、無アルカリの表面に相当する面に同様の手順で所定パターンのレジスト膜を形成後裏面に相当する面に保護用フィルムを貼り付け、サンドブラスト加工し、裏面の穴と同じ位置に径が40μm、深さが30μmの穴を、また同時に穴間に配線用の深さ30μmの凹状の幅が30μmのパターンを加工した。このサンドブラストの両面加工で穴は貫通し0.2mmピッチの貫通孔となる。

【0018】続いて適正焼成温度が約700℃で、ガラス薄板と十分な密着強度が得られるようフラックスを添加したAg/Pdペーストを上記サンドブラスト加工をした無アルカリガラス薄板の貫通孔および凹溝に充填した後レジスト膜を引き剥がし、ペーストを乾燥させ、さらに貫通孔部に同種のペーストで接続パッドを印刷した。このとき、Ag/Pd導体のガラス表面からの突出量は貫通孔部:約50μm、配線部:約20μmであった。このように所定の配線パターンをAg/Pd導体ペーストで形成した無アルカリガラス薄板を互いに接続される貫通孔部分の位置ずれが最小となるように50枚積み重ね、約5~100g/cm<sup>2</sup>の荷重をかけて大気中 \*

\* 雰囲気中でピーク温度700℃で焼成し導体材料の焼結を行った。次に、テトラ(n-ブチル)シリケートのn-ブタノール溶液を加水分解して得られたゲルを無アルカリガラス薄板間の隙間に浸透させ、200~250℃で30~60分間加熱することによってSiO<sub>2</sub>ガラスとし無アルカリガラス薄板間を接着して、配線基板を作製した。上記のプロセスを図1に示す。

【0019】(比較例1) 平均粒径4μmのバイレックス粉末80vol%と、フィラーとして平均粒径が約3μmのムライト粉末を20vol%のセラミック粉末の混合物、有機バインダーとしてポリビニルブチラールおよび可塑剤としてブチルフタリル・ブチルグリコレートを上記セラミック混合粉末100重量部に対してそれぞれ6重量部及び2重量部、さらにエチルアルコール、ブチルアルコールを加えあわせ、アルミナボール及びアルミナ内張りボールミルで十分混合し、セラミック粉末が均一に分散したスラリーを作った。続いて、スラリーを攪拌しながら減圧中で気泡分を脱気しながら粘度を8000~13000cpsに調整後、ドクターブレイド型キャスト装置を用いて、厚さが0.15mmのグリーンシートを作製した。このようにして作製したグリーンシートの外形を切断し所定寸法とした後、焼成後にピッチが0.2mmとなるように超硬製パンチピンが独立駆動可能なNC制御された穴明け装置を用いて、グリーンシートに直径40~60μmの貫通孔を加工し、スクリーン印刷法にて貫通孔にグリーンシートと同時に焼成可能なAg/Pdペーストを充填するとともに、グリーンシート表面に同様のAg/Pdペーストで幅40μmの配線パターンを形成した。この時の印刷膜厚は約18μmであった。このように所定の配線パターンを形成したグリーンシートを接続する貫通孔部分の位置ずれが小さくなるように50枚積み重ね、温度:130℃、圧力:150kg/cm<sup>2</sup>でグリーンシートを互いに接着し一体化して積層体を作製した。得られた積層体の寸法は約200mm角厚さは約7mmであった。

【0020】続いて、電気炉を用いて大気中雰囲気中で焼成を行った。すなわち、あらかじめ設定した温度プロファイルで脱バインダを行い、約900℃の最高温度で1~3時間保持しガラスセラミック材料の気孔率が5%以下となり緻密化するようにした。焼成工程での寸法変化は、XY平面方向で約18±0.4%、厚さ方向の収縮率は約20%であった。

【0021】以下に(実施例1)と(比較例1)の基板品質の比較を示す。

#### 【0022】

	(実施例1)	(比較例1)
基板寸法精度	±0.01%	±0.4%
配線100m当たりの断線件数	0	200以上
基板当たりのショート件数	0	100以上

1 cm 当たりの配線抵抗  
抗折強度 ( $\text{kg/mm}^2$ )  
透光性

以上から、本発明によれば、高密度配線であつ低抵抗配線で、高寸法精度の配線基板を作製することができる。

なお、(実施例 1) で高密度配線の 1 例として、0.2 mm ピッチでのサンドブラスト加工について述べたが貫通孔の径にもよるが 0.1 mm ピッチ程度までの加工が可能である。なお、配線幅に相当する凹部の幅も 15  $\mu\text{m}$  程度までサンドブラスト加工が可能である。さらに、

(実施例 1) 及び (比較例 1) で述べた具体的数値は、材料組成、材料構成、基板寸法及びパターン構造、プロセス条件で変化するもので特に限定されるものではない。また実施例 1 では石英ガラス薄板を金属アルコキシド材料で接着したが、接着しないときの抗折強度  $9 \text{ kg/mm}^2$  が実用上十分であれば接着しなくてもよい。

【0023】(実施例 2) Cu 導体ペーストを用いて積層配線基板を作製する方法について述べる。実施例 1 と異なる点は使用する導体金属が Ag/Pd のかわりに Cu であることと、電氣的接続をとるときの雰囲気異なる点である。すなわち、所定の配線パターンを Cu 導体ペーストで形成した無アルカリガラス薄板を積み重ねて荷重をかけ、窒素+水蒸気雰囲気中で脱バインドした後窒素雰囲気とし、Cu 導体の焼結を行い電氣的接続を行った。続いて実施例 1 と同様に無アルカリガラス薄板間を接着して積層配線基板を作製した。得られた基板の、寸法精度、断線及びショート件数、抗折強度は実施例 1 と同等であった。配線抵抗は、実施例 1 の約  $1/6$  の  $0.3 \Omega/\text{cm}$  であった。

【0024】(実施例 3) 無アルカリガラス薄板のかわりに、アルミナ薄板を用いて実施例 1 及び実施例 2 と同様の方法で積層配線基板を作製した。得られた配線基板の抗折強度はいずれも  $19 \text{ kg/mm}^2$  で、それ以外の特性はそれぞれ実施例 1 及び実施例 2 と同等であった。

【0025】(実施例 4) 実施例 1 での金属アルコキシド接着材料のかわりに、水ガラス及びエポキシ樹脂を用いて実施例 1 及び実施例 2 と同様の方法で配線基板を作製した。得られた配線基板の抗折強度は水ガラスでは実施例 1 と同等で、エポキシ樹脂で  $11 \text{ kg/mm}^2$  で、強度以外の特性はそれぞれ実施例 1 及び実施例 2 と同等であった。

【0026】(実施例 5) 実施例 1 での金属アルコキシド接着材料のかわりに、軟化点が約  $650 \sim 700^\circ\text{C}$  の低軟化点ガラス薄板を用いて接着し積層配線基板を作製する例について述べる。実施例 1 では全層に無アルカリガラス薄板が積層されるが、実施例 5 では表裏面層が無アルカリガラス薄板となるように無アルカリガラス薄板と低軟化点ガラス薄板が交互に積層される。低軟化点ガラス薄板への貫通孔及び凹溝加工と導体ペースト充填を実施例 1 と同様に行い、導体ペーストが充填された無ア

1.  $8 \Omega$                       4.  $7 \Omega$   
13. 5                      13. 0  
有                      無

ルカリガラス薄板と交互に積み重ね、荷重をかけて大気中雰囲気中で  $600^\circ\text{C}$  で保持して導体材料の仮焼結を行った。続いて、炉内を真空雰囲気としてさらに荷重をかけるとともにピーク温度約  $750 \sim 800^\circ\text{C}$  で焼成して導体材料の焼結を行うとともに低軟化点ガラス薄板で無アルカリガラス薄板を接着して積層配線基板を作製した。

10 得られた積層配線基板の抗折強度は  $14 \text{ kg/mm}^2$  で、それ以外の特性は実施例 1 と同等であった。これを図 2 に示す。

【0027】(実施例 6) 裏面に入出力ピンを接続した積層配線基板を作製する例について述べる。実施例 1 で、最下層となる無アルカリガラス薄板に表裏面から入出力ピンのヘッドと軸に対応するよう径の異なる貫通孔を加工し貫通孔部分に入出力ピンを挿入して最下層に積み重ね、その他は実施例 1 と同様にして配線基板を作製した。得られた積層配線基板の特性は実施例 1 と同等で、実施例 1 と異なる点は裏面に入出力ピンを接続している点である。これを図 3 に示す。

【0028】(実施例 7) 電氣的接続をとる際に、異方性導電シートを用いる場合について述べる。実施例 1 で導体充填を終了したガラス薄板を約  $700^\circ\text{C}$  で焼成し各ガラス薄板の導体の焼結及びガラス薄板への I/O ピンの接着を行なった後、各薄板の貫通孔部分の導体上にろう材でパンプを形成した。この時各無アルカリガラス薄板の寸法変化は  $0.01\%$  以下であった。続いて、各薄板を位置決めしながら各薄板の間に異方性導電シートを挟み、所定の温度と圧力を加えて各薄板を接着するとともに貫通孔部の電氣的接続をおこない積層配線基板を作製した。これを、図 4 に示す。

【0029】(実施例 8) 薄板に誘電体薄板を使用した例について述べる。ここでは、誘電体薄板としてジルコニアを、また配線パターン形成用薄板に熱膨張係数が約  $5 \times 10^{-6}$  の低アルカリガラス薄板を用いる例について述べる。実施例 1 と同様に、配線パターンを形成した低アルカリガラス薄板を積み重ねる際にガラス薄板間に所定容量のコンデンサが形成できるよう、厚さ数十  $\mu\text{m}$  以下のジルコニア薄板を必要枚数挿入した。ジルコニア薄板は、実施例 1 と同様にして貫通孔を加工し導体材料を充填した。コンデンサ用の電極はジルコニア薄板を上下で挟む低アルカリガラス薄板側に形成し、実施例 1 と同様の方法にて積層配線基板を作製した。得られた積層配線基板の特性は実施例 1 とほぼ同等で、実施例 1 と異なる点はコンデンサを内蔵している点である。(図 5)

(実施例 9) 薄膜コンデンサを形成した例について述べる。無アルカリガラス薄板表面に一般的な手法であるスパッタによって、所定パターンの電極用導体と必要厚さのチタン酸ストロンチウム誘電体層を形成後加熱酸化処



理して結晶化させ、続いて誘電体上に電極用導体を成膜して所定容量のコンデンサを形成する。次に、実施例 1 と同様の方法にて、薄膜コンデンサを形成した無アルカリガラス薄板に貫通孔と凹溝を加工して導体材料を充填した後、実施例 1 と同様の方法にて積層配線基板を作製した。得られた積層配線基板の特性は実施例 1 と同等で、実施例 1 と異なる点はコンデンサを内蔵している点である。(図 6)

(実施例 10) 各薄板の貫通孔をろう材で接続する例について述べる。実施例 2 と同様に貫通孔及び凹溝に Cu 10 導体ペーストを充填した無アルカリガラス薄板を一枚づつ電気炉でピーク温度約 700℃で導体を焼結した。この時各無アルカリガラス薄板の寸法変化は 0.01%以下であった。このようにして Cu 配線を形成した無アルカリガラス薄板に露出している貫通孔の一方の表面に高融点ろう材をつけて積み重ね、荷重をかけて Cu が酸化しない雰囲気中で加熱してろう材を溶融し貫通孔部の電氣的接続をとった後、実施例 1 と同様に接着し積層配線基板を作製した。得られた積層配線基板の特性は実施例 2 と同等であった。なお、実施例 1 と同様にろう材のみの 20 接続で強度が十分であれば、金属アルコキシドで接着しなくても良い。

【0030】(実施例 11) 実施例 6 で作製した入出力ピン付き積層配線基板に、LSI チップ等の半導体素子をはんだバンプで搭載した入出力ピン付きチップキャリアを作製した。作製したチップキャリアは、従来の一般的なセラミック多層配線基板(配線ピッチ 0.45 mm)で作製したチップキャリアと比べ配線密度が高いため、約 1/4 に小型化できると同時に約 2 倍の演算速度が達成できた。(図 7)

(実施例 12) 実施例 1、2 で得た積層配線基板を用いて以下の手順でモジュールを作製した。積層基板裏面にろう材がヘッド部に固着させてある入出力ピンをカーボン製の位置決め治具を用い、金属層が酸化しない雰囲気 30 でろう材の融点以上の温度でリフローすることによって、基板裏面に入出力ピンをろう付けした。同様にして融点の異なるはんだ材のハンダバンプを介して LSI チップを搭載したチップキャリアを積層配線基板表面にはんだ付けし、続いて冷却フィンを組み合わせた後必要に応じてさらに融点の異なるはんだを用いて水冷ジャケットをはんだ付けをしてモジュールを作製した。このようにして作製したモジュールは従来の一般的なセラミック多層配線基板(配線ピッチ 0.45 mm)を用いたモジュールと比べ、約 4 倍の配線密度、約 2 倍の演算速度が達成できた。(図 8)

以上述べたセラミック一括ガラス積層配線基板は実施例 11 や 12 で述べたような PGA やモジュールだけでなく、高密度配線及び高速演算が要求される電子回路装置 40 例例えばパソコンや、耐熱性が要求される自動車のエンジンルーム内の電子回路等に適用できる。これを、図 9、

10 に示す。

#### 【0031】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、ガラスまたは焼結セラミック薄板にサンドブラストで貫通孔と配線用凹溝を加工して導体材料を充填し、これらを積み重ねて加熱し貫通孔を電氣的接続することによって、高寸法精度、高密度配線、低抵抗配線の積層配線基板を作製できる。なお、この積層配線基板の製造方法は容易にコンデンサの内蔵や、入出力ピン付きの積層配線 10 基板を作製できる。また、セラミック材料として未焼結のグリーンシートではなくガラスまたは焼結セラミック薄板を用いるので種々のセラミック材料が使用可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のセラミック一括積層配線基板の製造工程を示す図である。(a)レジストパターン作製工程、(b)貫通孔、凹溝加工工程、(c)導体充填工程、(d)積層工程、(e)導体焼結工程、(f)層間接着 20 工程

【図 2】本発明の低軟化点ガラスで層間を接着したときの断面を示す図である。

【図 3】本発明の入出力ピンを接続したときの断面を示す図である。

【図 4】本発明の異方性導電シートで層間接続をしたときの断面を示す図である。

【図 5】本発明のセラミック薄板誘電体を内蔵したときの断面を示す図である。

【図 6】本発明の薄膜コンデンサを内蔵したときの断面を示す図である。

30 【図 7】本発明の入出力ピンを接続したセラミック一括積層配線基板に半導体素子を搭載したときの断面を示す図である。

【図 8】本発明の入出力ピンを接続したセラミック一括積層配線基板に半導体素子を搭載したときのモジュールを示す図である。

【図 9】本発明のモジュールをパソコンに搭載した図である。

【図 10】本発明のモジュールを自動車のエンジンルームに搭載した図である。

#### 【符号の説明】

1 . . . . . レジストフィルム	2 . . . . . ガラス板
3 . . . . . 凹溝	4 . . . . . 貫通孔
5 . . . . . 導体ペースト	6 . . . . . 接着層
7 . . . . . 入出力ピン	8 . . . . . 異方性導電シート
9 . . . . . セラミック誘電体薄板	10 . . . . . 薄膜コンデンサ

11・・・半導体素子  
積層基板  
13・・・コネクタ  
モジュール  
15・・・メモリ

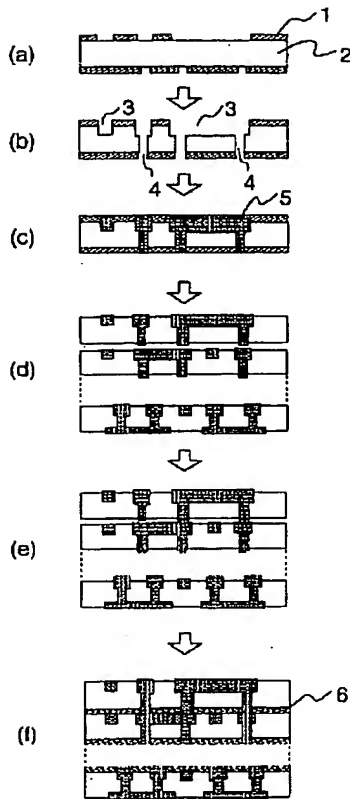
12・・・\*プリント基板  
17・・・冷却フィン  
エンジン  
21・・・高軟化点ガラス  
16・・・\*低軟化点ガラス

18・・・

22・・・

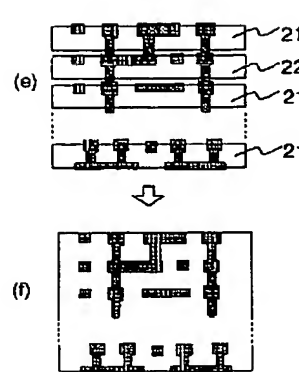
【図1】

図1



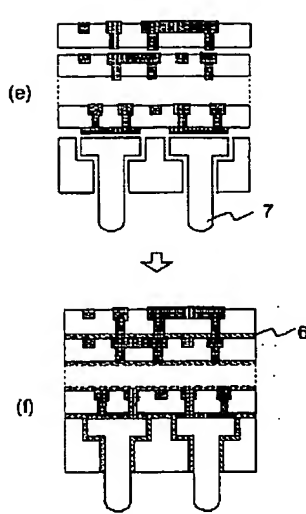
【図2】

図2



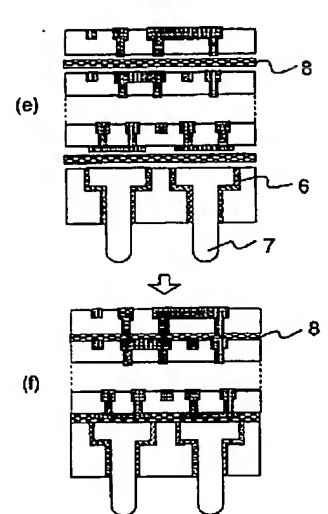
【図3】

図3



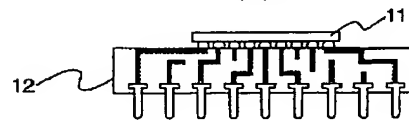
【図4】

図4



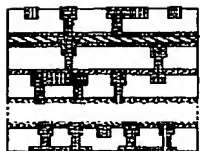
【図7】

図7



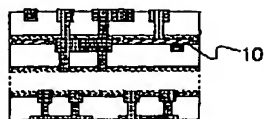
【図5】

図5



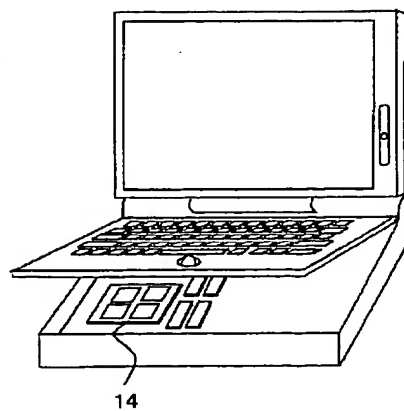
【図6】

図6



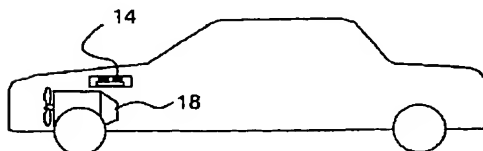
【図9】

図9



【図10】

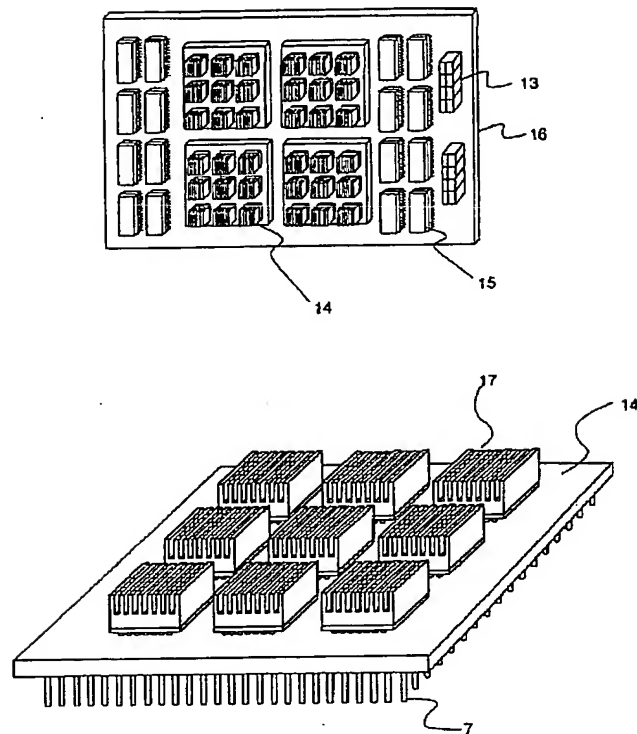
図10





【図8】

図8



フロントページの続き

(72)発明者 牛房 信之  
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
 会社日立製作所生産技術研究所内